الفصل الأول

[1] التيار الكهربى - قانون أوم

فى السنوات السابقة تم دراسة الكهربية التيارية .
نسترجع منها بعض المفاهيم الرئيسية وهى :-
(شدة التيار I - فرق الجهد V - المقاومة الكهربية R)

• التيار الكهربى

فيض من الشحنات الكهربية تسرى عبر الموصلات .

- مرور التيار الكهربى فى الموصلات المعدنية يعتمد على وجود إلكترونات حرة تتحرك داخل الموصلات .

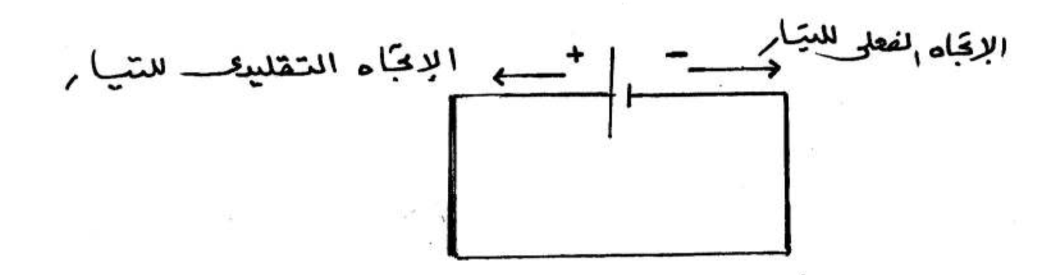
- المواد العازلة لا توجد بها وفرة من الإلكترونات الحرة .

• الإتجاه التقليدى للتيار :

- إتجاه التيار من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج المصدر .

• الإتجاه الفعلى للتيار :

- إتجاه تيار الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب خارج المصدر .



شدة التيار الكهربي I

كمية الكهربية المارة خلال مقطع من موصل في زمن قدرة ١ ثانية.

$$I = \frac{Q}{t}$$

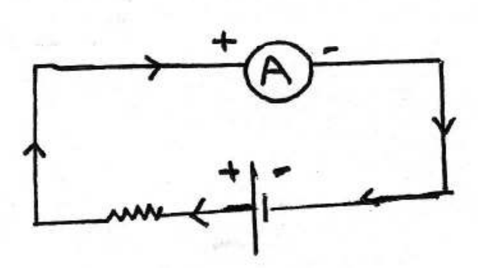
- Q كمية الكهربية وتقاس ب الكولوم C
- t الزمن يقاس بوحدة الثانية S
- I شدة التيار وتقاس بوحدة الأمبير A ويكافئ C/S

ما معنى قولنا أن : شدة التيار المار في موصل = 5A .
يعني ذلك أن كمية الكهربية التي تمر خلال مقطع من الموصل في الثانية الواحدة = 5C .

الأمبير : شدة التيار الناتج عن سريان كمية من الكهربية مقدارها ١كولوم خلال مقطع من موصل في زمن قدره ١ث.

الكولوم : كمية الكهربية التي عند مرورها خلال مقطع من موصل في زمن قدره ١ ثانية ينتج عنها تيار شدته ١ أمبير.

* الجهاز المستخدم لقياس شدة التيار المار في الدائرة الكهربية هو الأميتر
يوصل في الدائرة الكهربية على التوالي . ورمزه ±(A)∓



* يتم حساب عدد الالكترونات N المارة عبر مقطع معين من الموصل من العلاقة $\left(N = \frac{Q}{e} \right)$

(مثال) إحسب عدد الالكترونات التى تمر عبر مقطع ما فى موصل فى زمن قدره $1S$ إذا كانت شدة التيار المار فى الدائرة $20A$ وشحنة الإلكترون $1.6 \times 10^{-19} C$.

$N = ? \quad t = 1S \quad I = 20A \quad e = 1.6 \times 10^{-19} C$

$\because I = \frac{Q}{t} \quad \therefore Q = It = 20 \times 1 = 20C$

$\therefore N = \frac{Q}{e} = \frac{20}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.25 \times 10^{20}$ electrons

---

فرق الجهد الكهربى بين نقطتين V

مقدار الشغل المبذول لنقل كمية من الكهربية مقدارها الكولوم من إحدى النقطتين إلى الأخرى .

∴ لا يمر تيار من نقطة داخل موصل إلى نقطة أخرى إلا إذا كان بينهما إختلاف فى الجهد الكهربى (أى فرق جهد)

من التعريف السابق $V = \frac{W}{Q}$

W الشغل المبذول يقاس ب الجول J

Q كمية الكهربية تقاس ب الكولوم C

V فرق الجهد يقاس ب الفولت V ويكافئ جول/كولوم

مامعنى قولنا أن : فرق الجهد بين نقطتين = 5 فولت .

يعنى ذلك أن مقدار الشغل المبذول لنقل كمية كهربية مقدارها 1 كولوم من إحدى النقطتين للنقطة الأخرى = 5 جول .

القوة الدافعة الكهربية لمصدر V_B

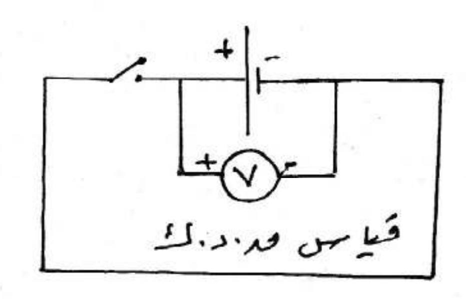
مقدار الشغل الكلى المبذول لنقل كمية كهربية مقدارها 1 كولوم داخل و خارج المصدر فى الدائرة الكهربية.

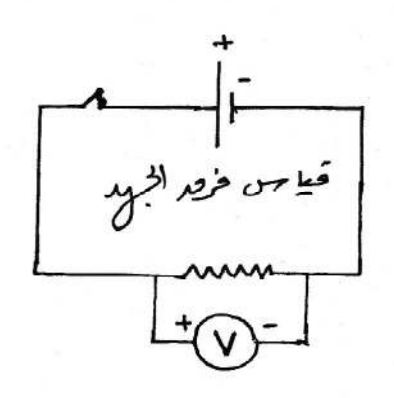
أو فرق الجهد بين طرفى (قطبى) العمود الكهرى . فى حالة عدم مرور تيار كهرى فى الدائرة (المفتاح مفتوح) .

مامعنى قولنا أن : القوة الدافعة الكهربية لمصدر = 5 فولت .

. يعنى ذلك أن مقدار الشغل الكلى المبذول لنقل كمية من الكهربية قدرها 1 كولوم داخل و خارج المصدر = 5 جول .

* يقاس فرق الجهد و القوة الدافعة الكهربية بجهاز الفولتميتر (V) و يوصل فى الدائرة على التوازى بين طرفى الموصل (لقياس فرق الجهد) - ويوصل على التوازى بين طرفى العمود الكهرى ودائرته مفتوحة (لقياس ق. د. ك) .





المقاومة الكهربية R

الممانعة التي يلقاها التيار الكهري عند مروره في الموصل .

أو النسبة بين فرق الجهد بين طرفي الموصل وشدة التيار المار فيه .

$$R = \frac{V}{I}$$

* وحدة قياس المقاومة أوم Ω وتكافئ (فولت/أمبير) $\frac{V}{A}$.

- الجهاز المستخدم لقياس المقاومة الأوميتر .

- تعتبر المقاومة الكهربية للفلزات صغيرة جداً لوفرة الإلكترونات الحرة بها . وتعتبر مقاومة الزجاج وكبريتيد الكادميوم وكبريتيد الخارصين والمطاط كبيرة . لعدم توافر الإلكترونات الحرة بها .

- المقاومة نوعان
  1. مقاومة ثابتة يرمزلها في الدائرة
  2. مقاومة متغيرة يرمزلها في الدائرة

قانون أوم

تتناسب شدة التيار المار في موصل طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه . عند ثبوت درجة الحرارة .

الأوم

مقاومة موصل يسمح بمرور تيار شدته ١ أمبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه ١ فولت .

V

$\text{slope} = \frac{V}{I} = R$

I

(التمثيل البياني للعلاقة بين V ، I) قانون أوم

مامعنى قولنا أن : النسبة بين فرق الجهد بين طرفي موصل وشدة التيار المار فيه $10\ V/A$.

- يعني ذلك أن مقاومة الموصل = $10\ \Omega$.

استنتاج المقاومة الكهربية لموصل :

* تتناسب المقاومة الكهربية لموصل طردياً مع طول الموصل $R \propto l$

* تتناسب المقاومة الكهربية لموصل عكسياً مع مساحة مقطع الموصل $R \propto \frac{1}{A}$

$$\therefore R \propto \frac{l}{A}$$

$$\therefore R = \text{constant} \times \frac{l}{A}$$

$$\therefore R = \rho_e \frac{l}{A}$$

مقاومة الموصل = المقاومة النوعية لمادته X (طول الموصل / مساحة مقطعه)

← العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الكهربية لموصل (عند ثبوت درجة الحرارة)

① طول الموصل (طردي) ② مساحة مقطع الموصل (عكسي)

③ المقاومة النوعية للموصل (نوع مادة الموصل) .

المقاومة النوعية ρ_e

مقاومة موصل طوله $1\ m$ ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة حرارة معينة .

* تعيين المقاومة النوعية لمادة موصل من العلاقة $\rho_e = \frac{R.A}{l}$

وحدة قياس المقاومة النوعية (أوم.متر) $\Omega . m$

- المقاومة النوعية صفة مميزة للمادة. لأنها تتغير بتغير نوع مادة الموصل.

* العوامل التى تتوقف عليها المقاومة النوعية :

① نوع مادة الموصل ② درجة حرارة الموصل.

التوصيلية الكهربية σ (معامل التوصيل الكهرى)

مقلوب المقاومة النوعية للمادة.

أو مقلوب مقاومة موصل طوله 1m ومساحة مقطعه $1m^2$ عند درجة حرارة معينة.

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e}$$

σ ، slope = 1 ، 45° ، $\frac{1}{\rho_e}$

* التوصيلية الكهربية خاصية مميزة للمادة

- وحدة قياس التوصيلية الكهربية $(\Omega^{-1} . m^{-1})$

* العوامل التى تتوقف عليها التوصيلية الكهربية :

① نوع مادة الموصل ② درجة حرارة الموصل.

← يستخدم النحاس فى صناعة كابلات نقل الكهرباء.

∵ لأن المقاومة النوعية للنحاس صغيرة. وبالتالى تكون مقاومة الأسلاك المصنوعة منه صغيرة حيث $R \propto \rho_e$. أى أن التوصيلية الكهربية للنحاس كبيرة.

أسئلة علل

① تسمح بعض المواد بتوصيل التيار الكهربي بينما البعض الآخر عازل للكهرباء.

* لأن المواد التى تحتوى على وفرة من الالكترونات الحرة كالمعادن تسمح بمرور التيار الكهربى. بينما البعض الآخر لا يحتوى على الكترونات حرة فلا يسمح بمرور التيار الكهربى.

---

② تزداد مقاومة موصل بزيادة طوله.

* لأن المقاومة تتناسب طردياً مع طول الموصل تبعاً للعلاقة $R = \rho_e \frac{l}{A}$

---

③ معامل التوصيل الكهربى للنحاس كبير.

* لأن المقاومة النوعية للنحاس صغيرة.

---

④ التوصيلية الكهربية لمادة موصل خاصية فيزيائية مميزة لها.

* لأن التوصيلية الكهربية لمادة الموصل تساوى مقلوب المقاومة النوعية للمادة والتى لا تتغير إلا بتغير نوع المادة عند ثبوت درجة الحرارة.

---

⑤ تزداد مقاومة الموصل بارتفاع درجة الحرارة.

* لأن ارتفاع درجة الحرارة يعمل على زيادة سعة الاهتزازة لجزيئات الموصل وزيادة سرعة اهتزاز جزيئاته وبالتالى زيادة معدل تصادم الكترونات التيار الكهربى مع جزيئات الموصل فتزداد الممانعة لسريان الإلكترونات خلاله.

[1] سلك من النحاس طوله 30m ومساحة مقطعه $0.33 \times 10^{-6} m^2$
ومقاومته النوعية $1.79 \times 10^{-8} \Omega.m$ إحسب مقاومته .

$R = ?$ $L = 30 m$ $A = 0.33 \times 10^{-6} m^2$ $\rho_e = 1.79 \times 10^{-8} \Omega.m$

$$\because R = \rho_e \frac{L}{A}$$

$$\therefore R = \frac{1.79 \times 10^{-8} \times 30}{0.33 \times 10^{-6}} = 1.627 \Omega$$

---

[2] تيار شدته 5mA يمر في سلك ، إحسب كمية الكهربية
التى تمر عبر مقطع معين من السلك في زمن قدره 10S .
وإذا كان هذا التيار ناتجاً عن سريان الإلكترونات
فاحسب عدد الإلكترونات المارة عبر هذا المقطع خلال تلك الفترة .
علماً بأن شحنة الإلكترون $1.6 \times 10^{-19} C$

$I = 5 \times 10^{-3} A$ $Q = ? C$ $t = 10 S$

$N = ?$ $e = 1.6 \times 10^{-19}$

$$\because I = \frac{Q}{t}$$

$$\therefore Q = I t$$

$$\therefore Q = 5 \times 10^{-3} \times 10 = 0.05 C \quad \# (1)$$

$$\because Q = Ne$$

$$\therefore N = \frac{Q}{e}$$

$$N = \frac{0.05}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.125 \times 10^{17} \text{ electrons} \quad \#$$

[3] سلك طوله 30m ومساحة مقطعه $0.3cm^2$ وصل على التوالي مع مصدر تيار مستمر وأميتر مقاومته مهملة . فإذا كانت شدة التيار المار في السلك 2A وفرق الجهد بين طرفيه 0.8V . احسب التوصيلية الكهربية للسلك .

$L = 30\,m \qquad A = 0.3 \times 10^{-4} \qquad I = 2 \qquad V = 0.8\,V$

$\sigma = ?$

$\because R = \frac{V}{I} \qquad \therefore R = \frac{0.8}{2} = 0.4\,\Omega$

$\because \sigma = \frac{l}{R.A} \qquad \therefore \sigma = \frac{30}{0.4 \times 0.3 \times 10^{-4}}$

$\therefore \sigma = 25 \times 10^{5}\ \Omega^{-1} m^{-1}$

---

[4] سلكان من مادتين مختلفتين طول الأول ضعف طول الثاني ونصف قطر الأول ضعف نصف قطر الثاني ومقاومة الأول تساوي مقاومة الثاني ، احسب النسبة بين المقاومتين النوعيتين لهما .

$L_1 = 2L_2 \qquad r_1 = 2r_2 \qquad R_1 = R_2 \qquad \frac{\rho_{e_1}}{\rho_{e_2}} = ?$

$\because \rho_e = \frac{RA}{L} \longrightarrow \therefore \frac{\rho_{e_1}}{\rho_{e_2}} = \frac{R_1 A_1}{L_1} \times \frac{L_2}{R_2 A_2}$

$\therefore \frac{\rho_{e_1}}{\rho_{e_2}} = \frac{\pi r_1^2}{2L_2} \times \frac{L_2}{\pi r_2^2} \longrightarrow \therefore \frac{\rho_{e_1}}{\rho_{e_2}} = \frac{(2r_2)^2}{2} \times \frac{1}{r_2^2}$

$\therefore \frac{\rho_{e_1}}{\rho_{e_2}} = \frac{4r_2^2}{2r_2^2} = \frac{2}{1}$ #

5 سلك طوله $2m$ وكثافة مادته $7000\,Kg/m^3$. فإذا كانت مقاومته 2Ω ومقاومته النوعية 10^{-6} . احسب كتلته .

$$l = 2\,m \qquad \rho = 7000\,Kg/m^3 \qquad R = 2 \qquad \rho_e = 10^{-6} \qquad m = ?$$

$$\because R = \rho_e \frac{l}{A}$$

$$\therefore R = \rho_e \cdot \frac{l \cdot l}{A \cdot l} = \frac{\rho_e\, l^2}{VoL}$$

$$\because \rho = \frac{m}{VoL} \longrightarrow \therefore Vol = \frac{m}{\rho}$$

$$\therefore R = \frac{\rho_e\, l^2 \cdot \rho}{m}$$

$$\therefore m = \frac{\rho_e\, l^2\, \rho}{R}$$

$$\therefore m = \frac{10^{-6} \times (2)^2 \times 7000}{2}$$

$$\therefore m = 0.014\,Kg$$

---

6 مكعب من مادة موصلة طول ضلعه $10cm$ تم إعادة تشكيله ليصبح سلك مقاومته 20Ω فإذا كانت المقاومة النوعية لمادة المكعب $1\times10^{-7}\,\Omega.m$! احسب طول السلك ونصف قطره .

علماً بأن $(\pi = 3.14)$

[$447.21m$ / $8.44\times10^{-4}m$]

(أجب بنفسك)

7 لديك سلكان (a) ، (b) من نفس المادة طول السلك (a) ضعف طول السلك (b) فاذا كانت النسبة بين مقاومة السلك (a) إلى مقاومة السلك (b) تساوي 8 ونصف قطر السلك (a) 4mm ! احسب مساحة مقطع السلك (b) علماً بأن ($\pi = 3.14$) .

$\rho_a = \rho_b \quad l_a = 2 l_b \qquad \frac{R_a}{R_b} = 8 \qquad r_a = 4 \times 10^{-3} m \quad A_b = ?$

$$\because \frac{R_a}{R_b} = \frac{\rho l_a}{A_a} \times \frac{A_b}{\rho l_b}$$

$$\therefore \frac{8}{1} = \frac{2 l_b}{A_a} \times \frac{A_b}{l_b}$$

$$\therefore 8 = \frac{2 A_b}{\pi r_a^2} = \frac{2 A_b}{3.14 \times 16 \times 10^{-6}}$$

$$\therefore A_b = \frac{3.14 \times 16 \times 10^{-6} \times 8}{2} = 2.01 \times 10^{-4} \ m^2$$

---

8 سلك طوله 2m ومساحة مقطعه $4 \times 10^{-6} m^2$ فإذا كان فرق الجهد بين طرفي السلك 20 V كانت القدرة المستهلكة فيه 10 W ! احسب :-

أ - المقاومة النوعية لمادة السلك .

ب - عدد الإلكترونات التي تمر عبر مقطع منه خلال دقيقة .

علماً بأن $[e = 1.6 \times 10^{-19} C]$

أجب بنفسك ! $[8 \times 10^{-5} \Omega.m \ / 1.875 \times 10^{20} electron]$

[9] تتصل محطة لتوليد الكهرباء بمصنع يبعد عنها مسافة 2.5Km بسلكين فاذا كان فرق الجهد بين طرفي السلكين عند المحطة 240V وبين الطرفين عند المصنع 220V . وكان المصنع يستخدم تياراً شدته 80A

احسب : (مقاومة المتر الواحد من السلك - نصف قطر السلك)

علماً بأن $\rho_e = 1.57 \times 10^{-8}$ Ω.m للسلك ، $\pi = 3.14$

$d = 2.5 \times 10^3$ $\therefore l = 5 \times 10^{-3}$ $V_{\text{محطة}} = 240$ $V_{\text{مصنع}} = 220$

$\therefore V = 240 - 220 = 20\ V$ $I = 80A$ $R_{\text{المتر الواحد}} = ?$ $r = ?$

$\rho_e = 1.57 \times 10^{-8}$ $\pi = 3.14$

$\therefore R_{\text{الكلية للطول الكلي للسلك}} = \frac{V}{I} = \frac{20}{80} = 0.25\,\Omega$

$R_{\text{المتر الواحد}} = \frac{R_{\text{كلي}}}{l_{\text{كلي}}} = \frac{0.25}{5 \times 10^{3}} = 5 \times 10^{-5}\,\Omega$ #

$\therefore R = \frac{\rho_e l}{A} = \frac{\rho_e l}{\pi r^2}$

$\therefore 0.25 = \frac{1.57 \times 10^{-8} \times 5000}{3.14 \times r^2}$

$\therefore r^2 = \frac{1.57 \times 10^{-8} \times 5000}{3.14 \times 0.25} = 10^{-4}\ m^2$

$\therefore r = 0.01\ m$ #

10 سلك من مادة موصلة مقاومتها النوعية $1.7\times10^{-8}\,\Omega.m$ وطوله $2m$ يستهلك قدرة مقدارها $1W$ إذا مر به تيار شدته $10A$. احسب:

(أ) مساحة مقطعه (ب) الطاقة التي يستهلكها خلال دقيقة إذا تم تسليط جهد مقداره $5V$ بين طرفيه.

$\rho_e = 1.7\times10^{-8}\,\Omega.m \quad l = 2m \quad P_w = 1W \quad I = 10A$

$A = ? \qquad (W = ? \quad V = 5V \quad t = 60s)$

$$\because P_w = I^2 R \qquad \therefore R = \frac{P_w}{I^2}$$

$$\therefore R = \frac{1}{100} = 0.01\,\Omega$$

$$\because R = \frac{\rho_e . l}{A}$$

$$\therefore A = \frac{\rho_e L}{R} = \frac{1.7\times10^{-8}\times2}{0.01}$$

$$\therefore A = 3.4\times10^{-6}\,m^2 \quad \#$$

$$\because W = \frac{V^2 t}{R}$$

$$\therefore W = \frac{(5)^2\times60}{0.01} = 15\times10^4\,J$$

* للعلم
لا يمكن استخدام القانون
$W = VIt$
لأن تغير قيمة فرق الجهد يؤدي لتغير شدة التيار
* نعوض عن قيمة I بدلالة R ، V ، $(I = \frac{V}{R})$

(11) فى دائرة قانون أوم كانت قراءة الأميتر 0.3 أمبير وقراءة الفولتميتر 3 فولت احسب قيمة المقاومة الثابتة R، وإذا وصلت مقاومة أخرى S على التوازى مع المقاومة R. أذكر ما يطرأ على قراءة الأميتر ولماذا (دون إثبات رياضى)، وإذا كان طول سلك المقاومة هو 10 متر ومساحة مقطعه 1 مم². احسب قيمة مقاومته النوعية.

$I = 0.3\,A \quad V = 3\,V \quad R = ?$

$\because R = \frac{V}{I} = \frac{3}{0.3} = 10\,\Omega$

* عند توصيل مقاومة S مع R على التوازى (فإن V ثابت). ويتجزأ شدة التيار (فتقل قراءة الأميتر).

$l = 10\,m \quad A = 1\times10^{-6} \quad \rho_e = ? \quad R = 10$

$\therefore \rho_e = \frac{R \cdot A}{l} = \frac{10\times1\times10^{-6}}{10} = 10^{-6}\,\Omega.m$

---

(12) مر تيار كهربى شدته 8 مللى أمبير فى سلك رفيع أ ب، وعندما وصل معه على التوازى سلك آخر له نفس الطول ومن نفس المعدن لزم زيادة شدة التيار المار فى الدائرة إلى 10 مللى أمبير حتى يظل فرق الجهد بين أ، ب ثابتاً، أوجد النسبة بين قطرى السلكين.

$I_1 = 8\times10^{-3}A \quad I_2 = 10\times10^{-3}\,A \quad L_1 = L_2 \quad \rho_{e_1} = \rho_{e_2}$

$\frac{r_1}{r_2} = \frac{?}{?}$

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_{e_1} L_1 A_2}{\rho_{e_2} L_2 A_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

∵ السلكان على التوازى (فرق الجهد ثابت) $V_1 = V_2 \quad (I_1R_1 = I_2R_2)$

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2}$$

$$\therefore \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{I_2}{I_1} \rightarrow \therefore \frac{10\times10^{-3}}{8\times10^{-3}} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{5}{4} \qquad \left(\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{4}{5}}\right)$$

تدريبات متنوعة

① اكتب الاختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :

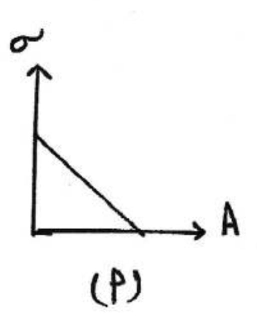
١- إذا زاد طول سلك النحاس إلى الضعف وقلت مساحة مقطعه للنصف فإن مقاومته ..... [تزداد للضعف / تقل للنصف / تزداد أربع أمثالها]

٢- سلك معدني له طول معين ، سحب بحيث تضاعف طوله ، ما التغير الحادث في قيمة مقاومة هذا السلك بفرض أن حجم السلك يظل ثابتاً . [تزداد للضعف / تقل للنصف / تزداد أربع أمثالها]

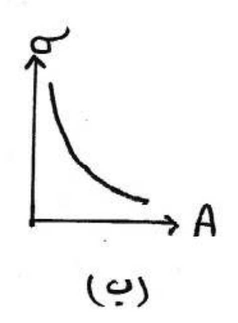
٣- إذا زاد نصف قطر سلك معدني إلى الضعف ونقص طوله إلى النصف فإن التوصيلية الكهربية لمادة السلك ..... [تزداد للضعف / تقل للنصف / تظل ثابتة] .

٤- حاصل ضرب المقاومة النوعية لمادة X التوصيلية الكهربية لها ..... واحد [أكبر من / أقل من / يساوي]

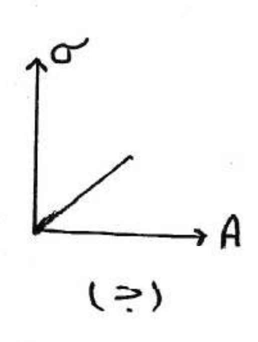
٥- أي الأشكال التالية يعبر عن العلاقة بين التوصيلية الكهربية لمادة موصل ومساحة مقطعه ؟



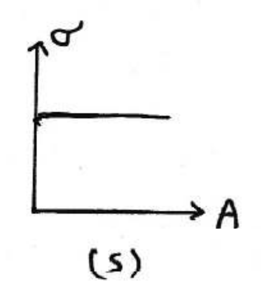
(أ)



(ب)



(جـ)



(د)

② ماذا نعني بقولنا أن :

① شدة التيار المار في موصل = 0.3 A .
٢ فرق الجهد بين طرفي موصل = 5 V .
٣ المقاومة الكهربية لموصل = $200\ \Omega$.
٤ المقاومة النوعية للنحاس = $1.8 \times 10^{-8}\ \Omega.m$.
٥ مقلوب المقاومة النوعية لمادة موصل = $3 \times 10^{7}\ \Omega^{-1} m^{-1}$.

③ ما العوامل التي يتوقف عليها كل مما يأتي :

① المقاومة الكهربية لموصل .
٢ المقاومة النوعية لموصل .
٣ التوصيلية الكهربية لمادة موصل .

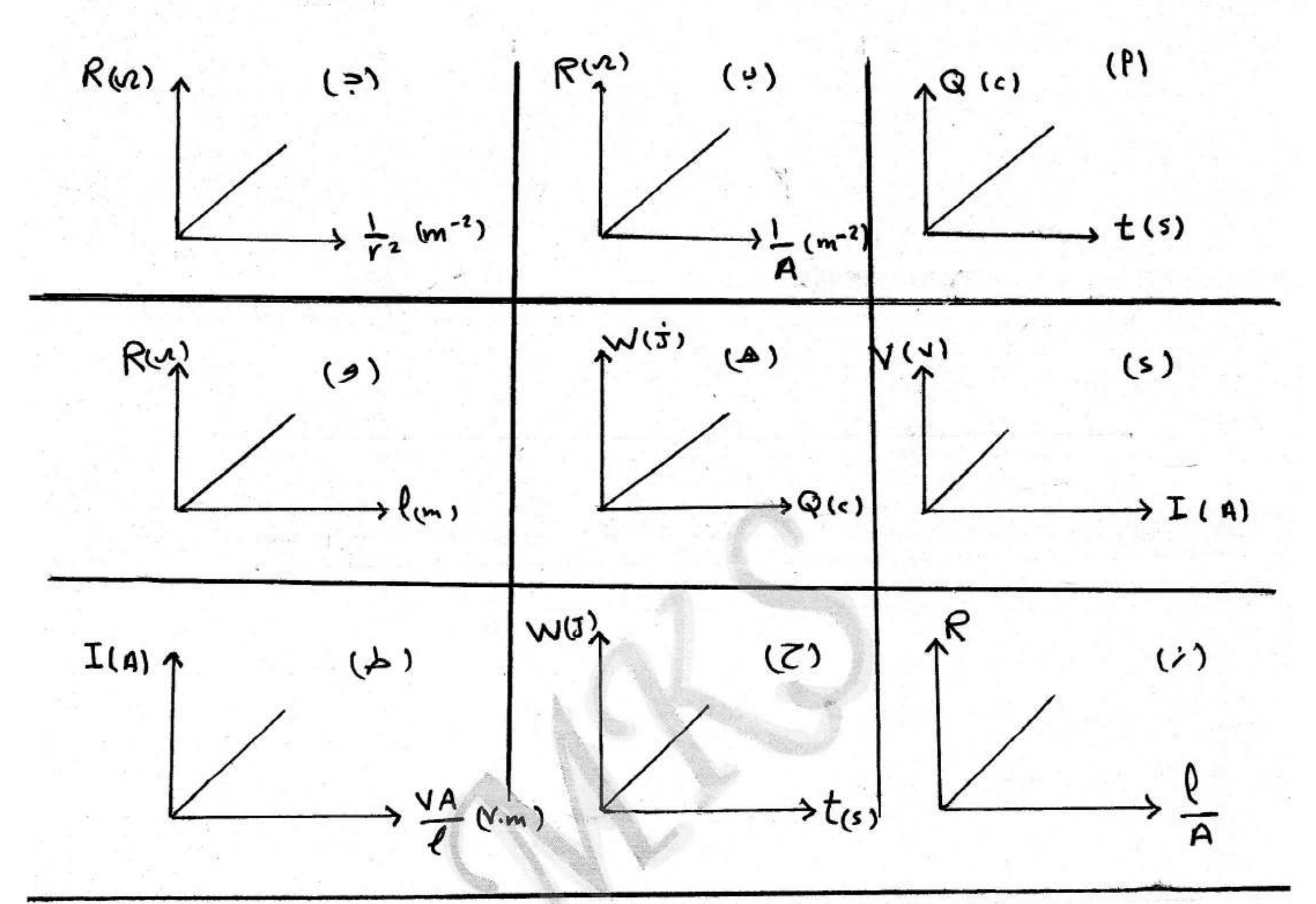
④ ما النتائج المترتبة على كل مما يأتي .

① زيادة طول موصل إلى الضعف مع إنقاص قطره إلى النصف .
٢ زيادة كمية الشحنة الكهربية المارة عبر مقطع من موصل في الثانية بالنسبة لشدة التيار المار فيه ,

⑤ قارن بين كل مما يأتي :

① الكولوم - الأمبير من حيث (الكمية الفيزيائية التي يقيسها / التعريف)
٢ المقاومة النوعية و التوصيلية الكهربية من حيث (التعريف - القانون المستخدم - وحدة القياس)

6 اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه الميل لكل مما يأتي :



7 الشكل المقابل :

R (Ω)
A
B
l (m)

يمثل العلاقة البيانية بين المقاومة الكهربية R والطول l لمجموعة أسلاك من مادتين مختلفتين A ، B لهما نفس مساحة المقطع.

(أ) أي من المادتين ذات مقاومة نوعية أكبر ؟ ولماذا ؟ .

(ب) إذا وصل سلكان أحدهما من المادة A والآخر من المادة B لهما نفس الطول على التوازي بدائرة كهربية فأيهما يمر به تيار أكبر ؟ ولماذا ؟ .

مسائل ⑦

① سلك من النحاس طوله 30m ومساحة مقطعه $2 \times 10^{-6} m^2$ عندما مر به تيار كهربى أصبح فرق الجهد بين طرفيه 3V احسب شدة التيار المار. علماً بأن $\rho_e = 1.79 \times 10^{-8} \Omega.m$ للنحاس

[11.17 A]

---

② سلكان من نفس المادة طول السلك الثانى ضعف طول الأول وقطره يساوى نصف قطر الأول. احسب النسبة بين مقاومة السلك الثانى إلى مقاومة السلك الأول $[\frac{8}{1}]$

---

③ سلك من معدن حجمه $2 \times 10^{-4} m^3$ ومساحة مقطعه $4 \times 10^{-5} m^2$ ومقاومته 1.25Ω احسب توصيليته الكهربية. $[10^5 \Omega^{-1} m^{-1}]$

---

④ سلك مقاومته النوعية $3.14 \times 10^{-7} \Omega.m$ وطوله 200 m فإذا كان هذا السلك يسمح بمرور 2×10^{19} إلكترون خلال الثانية الواحدة عند توصيله بمصدر 64 V احسب نصف قطر السلك.

علماً بأن $[\pi = 3.14 \; , \; e = 1.6 \times 10^{-19} C]$

$[10^{-3} m]$

---

⑤ سلكان من النحاس طول أحدهما 10m وكتلته 0.1Kg وطول الآخر 40m وكتلته 0.2Kg قارن بين مقاومة كل منهما

$[\frac{1}{8}]$

---

⑥ إذا كان الشغل المبذول لنقل كمية من الكهربية قدرها 5C خلال 1S بين نقطتين فى موصل هو 100J احسب:

(أ) فرق الجهد بين النقطتين (ب) شدة التيار المار.

(ج) عدد الإلكترونات المارة خلال 2S علماً بأن شحنة الإلكترون $1.6 \times 10^{-19} C$

[20 V / 5A / 6.25×10^{19} electron]

توصيل المقاومات

[1] التوصيل على التوالى

* طريقة التوصيل : توصل المقاومات فى دائرة كهربية تتكون من بطارية وأميتر وفولتميتر وريوستات ومفتاح .
- تعتبر المقاومات ممر متصل للتيار الكهربى .

* الغرض من التوصيل : الحصول على مقاومة كبيرة من مجموعة مقاومات صغيرة . (حيث تكون المقاومة المكافئة اكبر من قيمة اكبر مقاومة فى المجموعة)

إستنتاج قيمة المقاومة المكافئة

١- نكون دائرة كما هو موضح بالرسم .

٢- نغلق الدائرة ونعين قراءات الأميترات والفولتميترات . عدة مرات مع تغيير قيمة الريوستات

٣- الملاحظة :-

- شدة التيار المار فى كل المقاومات متساوى
- فرق الجهد الكلى = مجموع فروق الجهد على المقاومات .

$$\therefore V' = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\therefore IR' = IR_1 + IR_2 + IR_3 \quad \text{(من قانون أوم } V = IR\text{)}$$

$$R' = R_1 + R_2 + R_3$$

* وإذا كانت المقاومات المتصلة على التوالى متساوية وعددها N

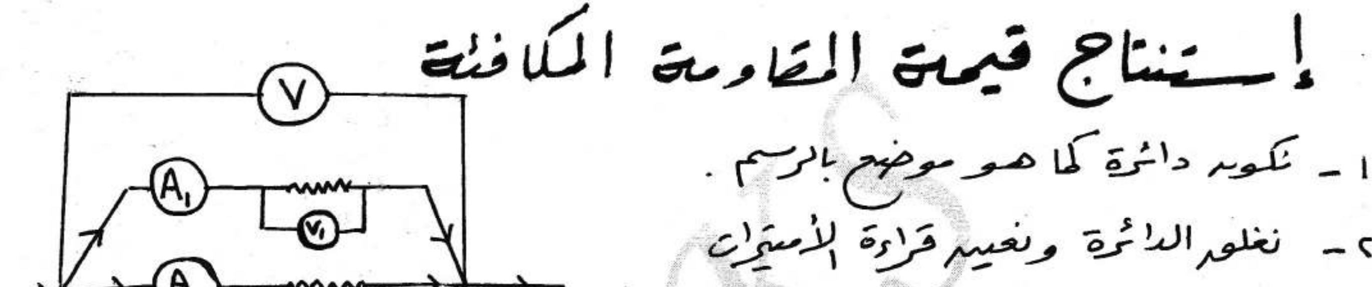
$$R' = NR$$

2 توصيل المقاومات على التوازى

* طريقة التوصيل: توصل المقاومات فى دائرة كهربية تتكون من بطارية وأميتر وفولتميتر وريوستات ومفتاح.

* الغرض من التوصيل: الحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة من المقاومات الكبيرة.
(حيث تكون المقاومة المكافئة أقل من قيمة أصغر مقاومة فى المجموعة)

إستنتاج قيمة المقاومة المكافئة



١- نكون دائرة كما هو موضح بالرسم.
٢- نغلق الدائرة ونعين قراءة الأميترات والفولتميترات عدة مرات. بتغيير قيمة المقاومة المتغيرة كل مرة.

الملاحظات: * فروق الجهد بين طرفى المقاومات متساوى ويساوى فرق الجهد الكلى بين طرفى المجموعة.
* التيار الكهربى يتجزأ فى المقاومات عكسياً مع قيمة المقاومة (المقاومة الأصغر ذات تيار أكبر)
* شدة التيار الكلى = مجموع قيم شدة التيارات المارة فى المقاومات.

$$\therefore \quad I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\therefore \quad \frac{V}{R'} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

* فى حالة وجود مقاومتين فقط متصلتين على التوازى فإن $R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

* عندما تكون قيم المقاومات المتصلة على التوازي متساوية

$$R' = \frac{R}{N} \quad \frac{\text{قيمة المقاومة الواحدة}}{\text{عدد المقاومات}}$$

مسائل

① مقاومتان مقدارهما [12Ω ، 18Ω] متصلتان على التوازي
احسب : أ/ المقاومة المكافئة لهما .
ب/ فرق الجهد بين طرفيهما الذي يجعل شدة التيار الكلية 1.5A .

$$\because R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\therefore R' = \frac{12 \times 18}{12 + 18} = 7.2\ \Omega$$

$$\because V = I R'$$

$$\therefore V = 1.5 \times 7.2 = 10.8\ V$$

---

② عدد من المقاومات قيمة كل منها 40Ω ، احسب كم مقاومة منها تلزم لحمل تيار شدته 15A على خط فرق الجهد بين طرفيه 120 V

$N = ?$ $\quad R = 40\Omega \quad I = 15A \quad V = 120\ V$

$$\because R' = \frac{V}{I} = \frac{120}{15} = 8\ \Omega$$

$$\because R' = \frac{R}{N} \rightarrow \therefore N = \frac{R}{R'}$$

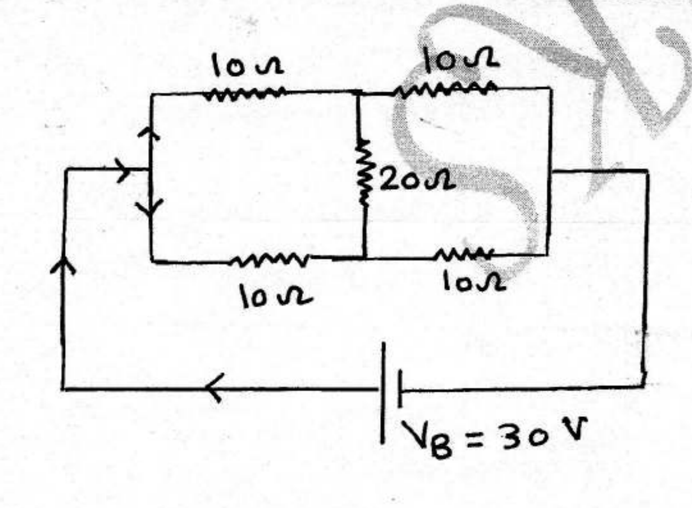
$$\therefore N = \frac{40}{8} = 5$$ مقاومات

علل : توصيل الأجهزة المنزلية على التوازي .

- حتى يعمل كل جهاز على نفس فرق الجهد المساوي لفرق جهد المصدر الكهربي وبالتالي يمكن تشغيل كل جهاز منفرداً ولا يؤثر تلف جهاز على عمل الأجهزة الأخرى. كما أن المقاومة المكافئة لها جميعاً تكون صغيرة جداً فلا تضعف شدة التيار .

علل : في الدوائر المتصلة على التوازي تستخدم أسلاك سميكة عند طرفي البطارية .

- لأن شدة التيار تكون أكبر ما يمكن عند طرفي البطارية .

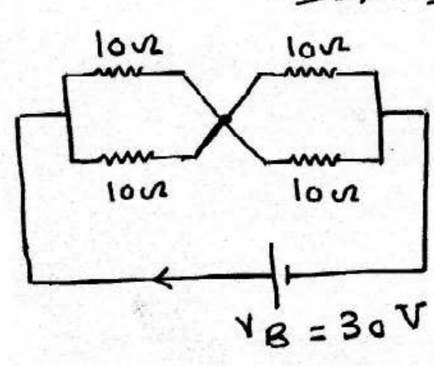


① من الدائرة المقابلة ، إحسب :

(أ) المقاومة المكافئة .

(ب) - شدة التيار المار في الدائرة .

* لا يمر تيار في المقاومة 20Ω لتساوي الجهد بين طرفيها

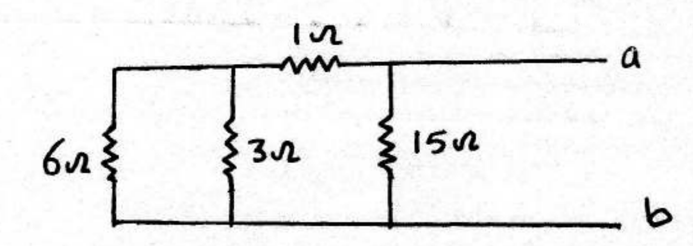


$$\therefore R_{\text{توازي}} = \frac{R}{N} = \frac{10}{2}$$

$$\therefore R' = \frac{10}{2} + \frac{10}{2} = 10\ \Omega$$

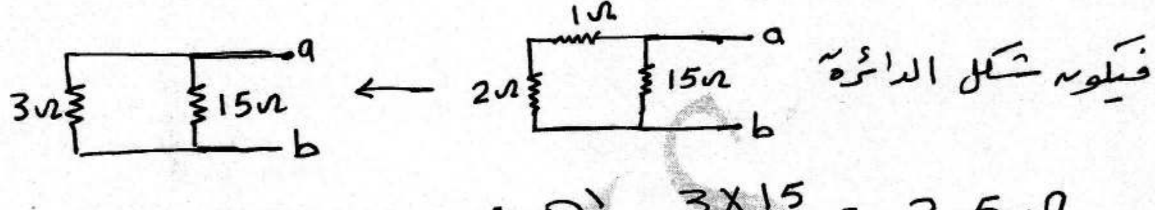
$$\therefore I = \frac{V}{R'} = \frac{30}{10} = 3A$$

③ أوجد المقاومة المكافئة بين النقطتين a ، b في الدوائر الكهربية الآتية :



بتبسيط الدائرة : المقاومتان 3Ω ، 6Ω (على التوازي) $R_{توازي} = \frac{3\times 6}{3+6} = 2\Omega$

فيكون شكل الدائرة



$$\therefore R' = \frac{3\times 15}{3+15} = 2.5\ \Omega$$

④

[10 Ω]

(5) ثلاث مقاومات (20 ، 40 ، 60) أوم متصلة بمصدر تيار كهربى ، فإذا كان فرق الجهد بين طرفى كل مقاومة هو (50 ، 20 ، 30) فولت على الترتيب ، بين بالرسم كيفية توصيل هذه المقاومات ، ثم احسب المقاومة الكلية للدائرة .

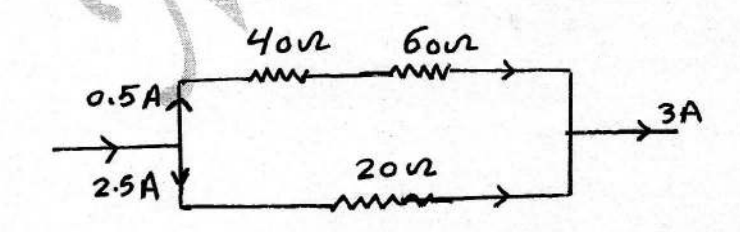
$R_1 = 20\,\Omega$	$R_2 = 40\,\Omega$	$R_3 = 60\,\Omega$
$V_1 = 50V$	$V_2 = 20\,\Omega$	$V_3 = 30\,\Omega$
$\because I = \frac{V}{R}$ $\quad I_1 = 2.5A$	$I_2 = 0.5A$	$I_3 = 0.5A$

للفهم بعد إيجاد القيمة المكملة للقانون I لكل المقاومات . وبالمقارنة نجد:

- إن $I_2 = I_3$ $\therefore$ R_2 ، R_3 (توالى)

* وكذلك $V_1 = V_2 + V_3$ $\therefore$ R_1 توازى مع R_2 ، R_3

ويكون الرسم المبين لكيفية توصيل هذه المقاومات .



$$\therefore R' = \frac{(40+60) \times 20}{(40+60)+20} = \frac{100 \times 20}{100+20}$$

$$\therefore R' = 16.666\,\Omega$$

(6) وصل عدد من المقاومات متساوية القيمة مرة على التوالى فكانت قيمة المقاومة المكافئة $20\,\Omega$. وعند توصيلها على التوازى كانت قيمة المقاومة المكافئة $0.8\,\Omega$ إحسب كلاً من :-

١- عدد المقاومات ٢- قيمة المقاومة الواحدة .

∵ المقاومات متساوية القيمة

$$\therefore R'_{\text{توالى}} = NR$$

$$R'_{\text{توازى}} = \frac{R}{N}$$

* للفهم فى حالة وجود مجهولين فى معادلة . نوجد إحداهما بدلالة الأخر.

$$\therefore 20 = NR \quad (1)$$

وكذلك ∴ $$0.8 = \frac{R}{N} \quad (2)$$

من المعادله (1) $$\therefore R = \frac{20}{N}$$

بالتعويض فى المعادلة (2)

$$\therefore 0.8 = \frac{20}{N} \times \frac{1}{N}$$

$$\therefore 0.8N^2 = 20$$

$$\therefore N^2 = \frac{20}{0.8} = \frac{200}{8} = 25$$

$$\boxed{\therefore N = 5 \text{ مقاومات}}$$

بالتعويض فى المعادله (1)

$$\therefore 20 = 5R$$

$$\boxed{\therefore R = 4\,\Omega}$$

حل أخر

$$R'_{\text{توالى}} = nR = 20\,\Omega \quad (1)$$

$$R'_{\text{توازى}} = \frac{R}{N} = 0.8\,\Omega \quad (2)$$

بضرب (2)×(1)

$$\therefore R^2 = 16$$

$$\boxed{\therefore R = 4\,\Omega}$$

بالتعويض فى (1)

$$\therefore N = \frac{20}{4}$$

$$N = 5 \text{ مقاومات}$$

⑦ من الدائرة المقابلة ، احسب :

(أ) المقاومة المكافئة .

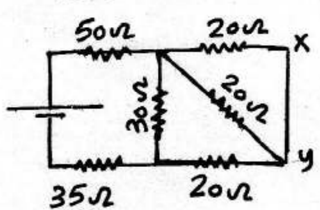
(ب) شدة التيار الكلي المار في الدائرة علماً بأن

$V_B = 100\ V$

50Ω 20Ω X 30Ω 20Ω 200Ω 35Ω 20Ω y

---

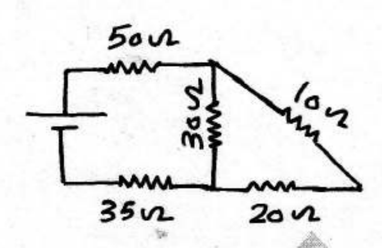
* السلك XY مقاومته صفر فيمر التيار خلاله ولا يمر في المقاومة 200Ω ويكون شكل الدائرة كالتالي :



- المقاومتان 20Ω ، 20Ω متصلتان على التوازي

$$R_{\text{توازي}} = \frac{R}{N} = \frac{20}{2} = 10\Omega$$

* وتكون الدائرة كما بالشكل

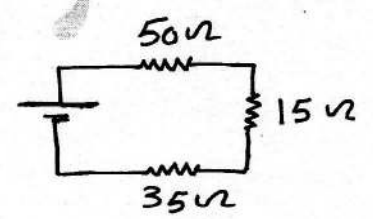


10Ω ، 20Ω توالي

50Ω 30Ω 30Ω 35Ω

* المقاومتان 30Ω ، 30Ω على التوازي

$$R_{\text{توازي}} = \frac{30 \times 30}{30+30} = 15\Omega$$



المقاومات 50Ω ، 15Ω ، 35Ω متصلة على التوالي .

$$\therefore R' = 15 + 50 + 35 = 100\Omega$$

$$\because I' = \frac{V}{R'} = \frac{100}{100}$$

$$\therefore I' = 1A$$

تدريبات متنوعة

① عرف كلاً من [الكولوم / القوة الدافعة الكهربية لمصدر / فرق الجهد بين نقطتين / المقاومة النوعية / الفولت / الأمبير / التوصيلية الكهربية]

② أذكر نص قانون أوم مع كتابة الصيغة الرياضية له.

③ ما معنى قولنا أن:

أ- شدة التيار المار في موصل = 5A .

ب- ق.د.ك لعمود = 5V .

ج- فرق الجهد بين نقطتين = 5V .

د- المقاومة الكهربية لموصل = 5Ω .

هـ- المقاومة النوعية للنحاس = $7\times10^{5}\,\Omega.m$.

و- التوصيلية الكهربية للفضة = $6\times10^{7}\,\Omega^{-1}m^{-1}$.

④ اثبت بتجارب عملية أن:-

أ- $R' = R_1 + R_2 + R_3$ توالى

ب- $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ توازى

⑤ ما هى العلاقة بين ق.د.ك لعمود VB وفرق الجهد بين طرفين V ؟ ومتى يتساوى كل منهما مع الآخر؟

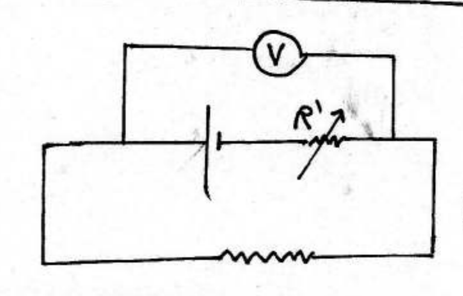
⑥ ما هى العوامل التى تؤثر فى مقاومة موصل ؟ استنتج رياضياً العلاقة بين المقاومة وتلك العوامل.

(٧) اكتب الاختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :-

١- الوحدة المكافئة للوحدة كولوم/ ثانية هي ---- (فولت / أمبير/ أوم/ فاراد)

2- إذا زاد طول سلك من النحاس إلى الضعف ونقصت مساحة مقطعه إلى النصف فإن مقاومته ------.
(تزداد للضعف / تقل للنصف / تزداد أربع أمثالها).

3- تقاس القوة الدافعة الكهربية بوحدة -------.
(أمبير / فولت / أوم / كولوم)



*4- عند زيادة R' في الدائرة الكهربية الموضحة فإن قراءة الفولتميتر V ------
(تقل / تزداد / تظل ثابتة)

5- ثلاث مقاومات متصلة على التوازي. إذا كانت مقاومة إحداها تساوي واحد أوم فإن المقاومة المكافئة لهذه المقاومات ---- ١ أوم
(أقل من / أكبر من / تساوي).

6- موصل منتظم المقطع طوله 20m ومقاومته 108Ω وموصل آخر من نفس نوع المادة للموصل الأول طوله 5m ومساحة مقطعه ثلاثة أمثال مساحة مقطع الموصل الأول فإن مقاومة الموصل الثاني تساوي ----
(9Ω / 27Ω / 84Ω)

الدرس الثانى (قانون أوم للدائرة المغلقة / قانونا كيرشوف)

* من تعريف القوة الدافعة الكهربية V_B (emf)

" مقدار الشغل الكلى المبذول لنقل كمية من الكهربية مقدارها الوحدة خ الدائرة كلها - داخل وخارج المصدر - -

وحيث أن الرموز [V_B ق.د.ك / I شدة التيار / R المقاومة الخارجية / r المقاومه الداخلية] تمثل مكونات الدائرة .

$$\therefore V_B = V_{\text{خارجى}} + V_{\text{داخلى}}$$

$$\therefore V_B = IR + Ir$$

$$\therefore V_B = I(R+r)$$

وكذلك $$I = \frac{V_B}{R+r}$$

حيث $(r + R)$ المقاومة الكلية للدائرة .

• تبعاً لقانون أوم (يمكن إيجاد العلاقة بين V_B للعمود وفرق الجهد بين قطبيه V)

$$\therefore V_B = IR + Ir$$

$$\therefore V_B = V + Ir$$

$$\therefore V = V_B - Ir$$

لذلك ⟵

* فرق الجهد بين طرفى العمود لا يساوى ق.د.ك للعمود .

← لأن للعمود مقاومة داخلية وتكون $V = V_B - Ir$

أى أن V_B دائماً أكبر من V .

* ملاحظات على قانون أوم للدائرة المغلقة :-

① من الدائرة :-

١- عندما يكون المفتاح K مفتوح فإن :-

* $V_1 = V_B$

* قراءة A = صفر * قراءة V_2 = صفر

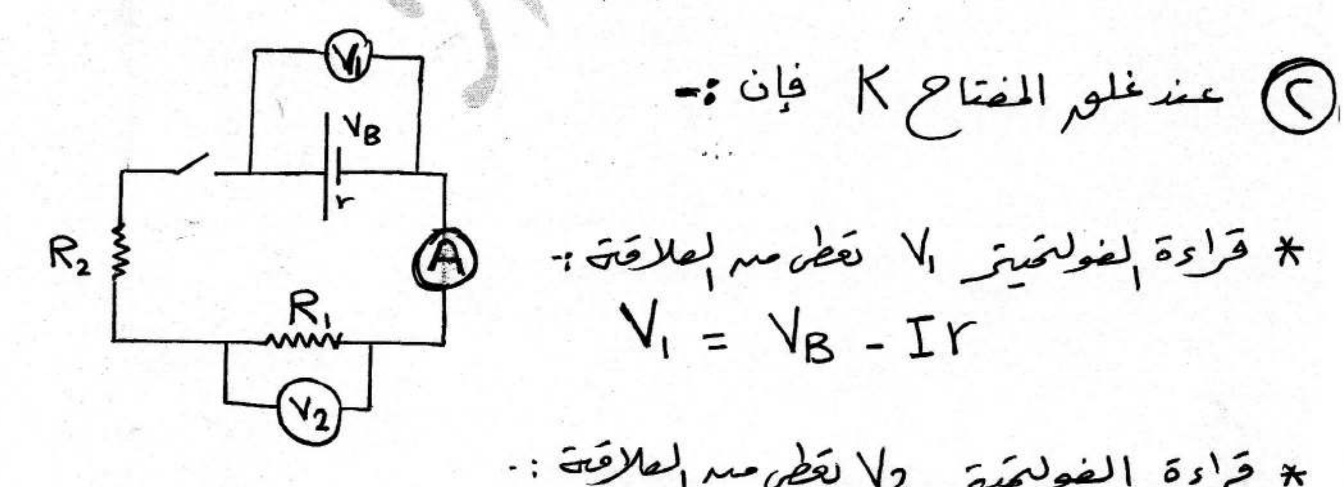
2- عندما يكون المفتاح K مغلق فإن $V_1 = V_B - Ir$

* قراءة الأميتر A $I = \frac{V_B}{R+r}$

* قراءة الفولتميتر V_2 تعطى من العلاقة $V_2 = IR = V_B - Ir$

3- لعدم وجود مقاومات أخرى في الدائرة غير R نلاحظ أن $V_1 = V_2$

② عند غلق المفتاح K فإن :-



* قراءة الفولتميتر V_1 تعطى من العلاقة :-

$$V_1 = V_B - Ir$$

* قراءة الفولتميتر V_2 تعطى من العلاقة :-

$$V_2 = IR_1$$

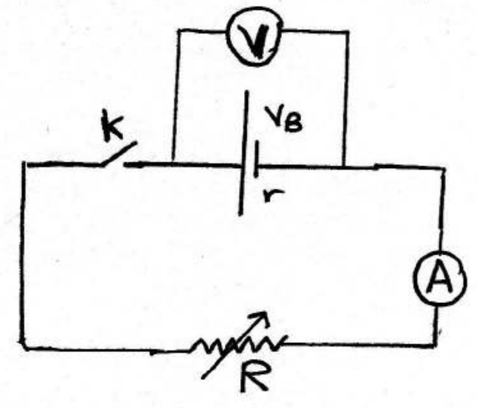
* قراءة $V_1 \neq$ قراءة V_2 لوجود مقاومة أخرى R_2 .

- قراءة V_1 = قراءة $V_2 + IR_2$

$$V_1 = IR_1 + IR_2$$

أي أن فرق الجهد الكلي يوزع على كل من المقاومتين R_1 ، R_2

③ ماذا يطرأ على قراءة كلاً من الأميتر والفولتميتر عند غلق المفتاح K ثم زيادة قيمة R . بالإثبات الرياضي :



* بغلق المفتاح K . فإن قراءة V_1

$$V_1 = V_B - Ir$$

، قراءة الأميتر $I = \frac{V_B}{R+r}$

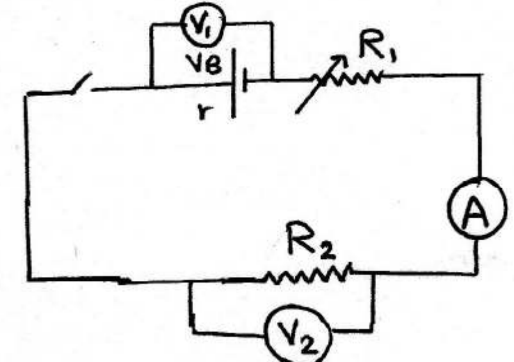
* بزيادة قيمة R فإن قراءة الأميتر تقل حيث أن $I \propto \frac{1}{R}$

وتزداد قراءة الفولتميتر V نتيجة لنقص قيمة I . حيث أن :

$$V = V_B - Ir$$

وبالتالي نقص قيمة I فإن المقدار V يزداد .

④ عند غلق المفتاح K وزيادة قيمة R_1 ماذا يحدث لكل من قراءة الأميتر A والفولتميترات V_1 ، V_2



* قراءة الأميتر A تقل نتيجة لزيادة قيمة المقاومة الكلية للدائرة .

$$I = \frac{V_B}{R_1+R_2+r}$$

* قراءة الفولتميتر V_2 تقل نتيجة لنقص شدة التيار المار في الدائرة

حيث أن $V_2 = IR_2$ وبثبوت R_2 فإن $V_2 \propto I$

* قراءة الفولتميتر V_1 تزداد نتيجة لنقص شدة التيار

حيث أن $V_1 = V_B - Ir$

س/ علل يزداد فرق الجهد بين قطبي البطارية عند زيادة مقاومة دائرتها.

لأنه تبعاً للعلاقة $V = V_B - Ir$. عندما تزداد مقاومة الدائرة تقل شدة التيار المار فيها فيقل فرق الجهد الداخلي Ir وحيث أن V_B ثابت فإن فرق الجهد بين طرفي البطارية يزداد .

س/ علل إذا فتحت دائرة مصدر كهربي فإن فرق الجهد بين قطبيه يساوي القوة الدافعة الكهربية له .

أو

تتساوى فرق الجهد بين قطبي البطارية مع القوة الدافعة الكهربية لها في حالة عدم مرور تيار في دائرتها .

لأنه تبعاً للعلاقة $V_B = V + Ir$ عند فتح الدائرة تصبح قيمة التيار I مساوية للصفر فتكون قيمة Ir = صفر.
وبالتالي تكون $V_B = V$.

---

(١) مقاومة 4.7Ω وصلت بين قطبي بطارية قوتها الدافعة $12\,V$ ومقاومتها الداخلية 0.3Ω احسب :-

أ- شدة التيار المار في الدائرة ب- فرق الجهد بين طرفي المقاومة .

$R = 4.7\Omega \quad V_B = 12 \quad r = 0.3 \quad I = ? \quad V = ?$

$$\because I = \frac{V_B}{R+r}$$

$$\therefore I = \frac{12}{4.7+0.3} = 2.4\,A$$

$$\because V = IR = 2.4 \times 4.7 = 11.28\,V$$

(2) وصل عمود كهربي مع مقاومة قدرها 1.9Ω فمر تيار شدته $0.5A$ وعندما استبدلت هذه المقاومة بمقاومة أخرى قدرها 10.6Ω هبطت قيمة شدة التيار إلى $0.125A$ احسب emf للعمود.

$R_1 = 1.9\Omega \quad I_1 = 0.5A$

$R_2 = 10.6 \quad I_2 = 0.125\,A \quad V_B = ?$

$$\because V_B = I_1(R_1+r) = I_2(R_2+r)$$

$$\therefore I_1(R_1+r) = I_2(R_2+r)$$

$$\therefore 0.5(1.9+r) = 0.125(10.6+r)$$

$$\therefore 0.95 + 0.5r = 1.325 + 0.125r$$

$$-0.375r = 0.375$$

$$\therefore r = 1\Omega$$

$$\therefore V_B = I_1(R_1+r) = 0.5(1.9+1) = 1.45\,V$$

(3) بطارية قوتها الدافعة 6 فولت ومقاومتها الداخلية 1Ω وأميتر مهمل المقاومة ومقاومة ثابتة R وريوستات موصلة معاً على التوالي وعندما ضبط الزالق عند بداية الريوستات مر بالدائرة تيار شدته 0.6 أمبير ، وعندما ضبط الزالق عند نهاية الريوستات مر تيار شدته 0.1 أمبير . احسب :-

أ - قيمة R   ب - قيمة مقاومة الريوستات .

$V_B = 6\,V \quad r = 1 \quad R = ? \quad R_v = ?$

(1) عندما $\rightarrow R_v = 0 \qquad I = 0.6\,A$

(2) عندما $\rightarrow R_v = R_v \qquad I = 0.1$

(1) في الحالة الأولى $\because I = \frac{V_B}{R + r}$

$$\therefore 0.6 = \frac{6}{R+1} \qquad \therefore 0.6R + 0.6 = 6$$

$$\therefore R = \frac{6 - 0.6}{0.6} = \frac{5.4}{0.6} = 9\,\Omega$$

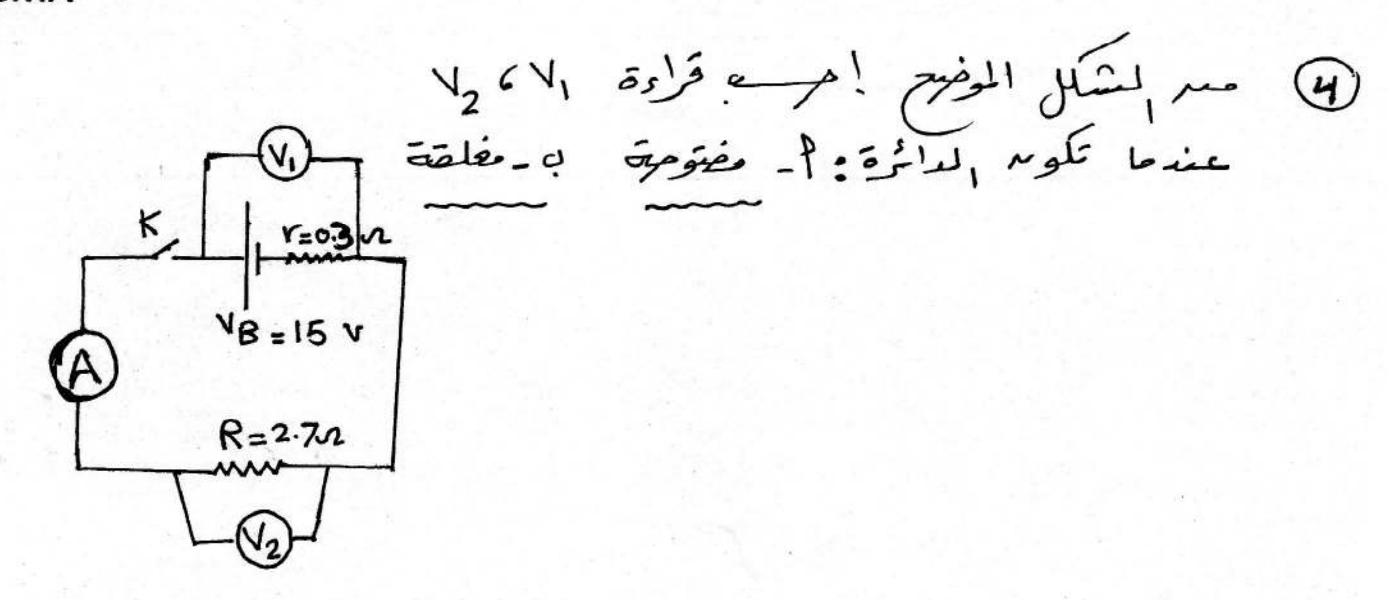
(2) في الحالة الثانية $\because I = \frac{V_B}{R + r + R_v}$

$$\therefore 0.1 = \frac{6}{9 + 1 + R_v}$$

$$\therefore 6 = 0.9 + 0.1 + 0.1\,R_v$$

$$\therefore 6 - 1 = 0.1\,R_v$$

$$\therefore R_v = 50\,\Omega$$



④ من الشكل الموضح احسب قراءة V_1 ، V_2
عندما تكون الدائرة : أ- مفتوحة ب- مغلقة

---

⑤ من الدائرة الموضحة احسب التيار الكلي في الدائرة (تيار البطارية) ، وكذلك شدة التيار المار في المقاومة 10Ω مع إهمال r

(7Ω ، 4Ω ، $V_B = 12V$ ، r = 0 ، 10Ω ، 6Ω ، 8Ω)

- المقاومتان 4Ω ، 6Ω (توالي) ∴ $R_{توالي} = 4 + 6 = 10\,\Omega$
- وتكون مقاومة التوالي 10Ω مع المقاومة 10Ω توازي ∴ $R_{توازي} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5\,\Omega$

$$\therefore R' = 5 + 7 + 8 = 20\,\Omega$$

$$\therefore I = \frac{V}{R'} = \frac{12}{20} = 0.6\,A$$

* ∵ التيار يتجزأ بالتساوي عند فرعي التوازي 10Ω ، 10Ω

$$\therefore I_{10\Omega} = 0.3\,A$$

(6) مضلع من السلك رؤوسه س ، ص ، ع ، ل ، ن مقاومة أضلاعه 6Ω ، 9Ω ، 12Ω ، 15Ω ، 18Ω . وضح كيف يمكن توصيل رأسين من رؤوسه بمصدر كهربى قوته الدافعة $12\ V$ ومقاومته الداخلية 0.6Ω بحيث نحصل على أكبر شدة تيار ، وما قيمته؟

* للحصول على أكبر شدة تيار يلزم أن تكون المقاومة الكلية للدائرة أقل ما يمكن . لذلك نصل أقل مقاومة 6Ω على التوازى مع باقى المقاومات كما بالشكل ،

$$R_{\text{توالى}} = 9\Omega + 12 + 15 + 18 = 54\Omega$$

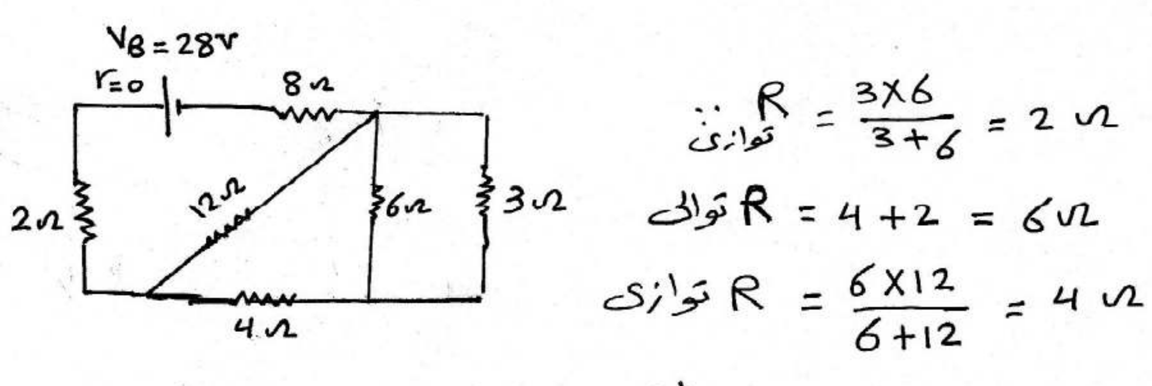
$$\therefore R' = \frac{54 \times 6}{54 + 6} = 5.4\Omega$$

$$\therefore I = \frac{V_B}{R + r}$$

$$\therefore I = \frac{12}{5.4 + .6} = 2A$$

(7) فى الدائرة الموضحة أوجد :-

أ- شدة التيار ب- القدرة المفقودة فى المقاومة 8Ω .



$$\therefore R_{\text{توازى}} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega$$

$$R_{\text{توالى}} = 4 + 2 = 6\Omega$$

$$R_{\text{توازى}} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4\Omega$$

$$R' = 8 + 2 + 4 = 14\Omega$$

$$\therefore I = \frac{V_B}{R'} = \frac{28}{14} = 2\ A$$

$$\therefore P_W = I^2 R = (2)^2 \times 8 = 32\ \text{Watt}$$

(8) في الدائرة الموضحة بالشكل
إذا علمت أن مقدار القوة المفقودة
في المقاومة 4Ω تعادل 100 watt
احسب قراءة A ، V_1 ، V_2

$$\because P_w = I^2 R$$

$$\therefore I^2 = \frac{P_w}{R} = \frac{100}{4} = 25\ A^2$$

$$\therefore I = 5A$$

* التوصيل على التوازي :- $I_1 R_1 = I_2 R_2$

$$I_1 \times 4 = I_2 (10 + 15)$$

$$5 \times 4 = 25 I_2 + 15$$

$$\therefore I_2 = 0.8$$

$$V_1 = I_2 \times 15 = 0.8 \times 15 = 12\ V$$

$$V_2 = 10 \times 5.8 = 58\ V$$

(9) وصل عمود كهربي مع مقاومة قدرها 1.9Ω فمر تيار شدته 0.5 A
، وعندما استبدلت هذه المقاومة بمقاومة أخرى مقدارها 10.6Ω
مر تيار شدته 0.125 A . احسب ق.د.ك للبطارية ، المقاومة الداخلية .

$$\because V_B = I_1 (R_1 + r)$$

$$\therefore V_B = 0.5 (1.9 + r) \rightarrow (1)$$

$$\because V_B = I_2 (R_2 + r)$$

$$\therefore V_B = 0.125 (10.6 + r)$$

$$\therefore V_B = 1.325 + 0.125 r \rightarrow (2)$$

من ① ، ② بالمساواه

$\therefore 1.325 + 0.125r = 0.95 + 0.5r$

$\therefore 1.325 - 0.95 = 0.5r - 0.125r$

$\therefore 0.375 = 0.375r$

$\therefore r = 1\Omega$

$\therefore V_B = I(R+r)$

$\therefore V_B = 0.95 + (0.5 \times 1)$

$\therefore V_B = 1.45\ V$

(10) ثلاثة مصابيح متماثلة وصلت مرة على التوالى ومرة أخرى على التوازى مع نفس المصدر. قارن بين القدرة المستنفذة فى المصابيح فى الحالتين.

$\because$ المصابيح متماثلة $\therefore R_{\text{توالى}} = NR$

$R_{\text{توالى}} = 3R$ ، $R_{\text{توازى}} = \frac{R}{3}$

$\therefore P_W = \frac{V^2}{R}$

$\therefore \frac{P_{W\,\text{توالى}}}{P_{W\,\text{توازى}}} = \frac{V^2}{3R} \div \frac{V^2}{\frac{R}{3}}$

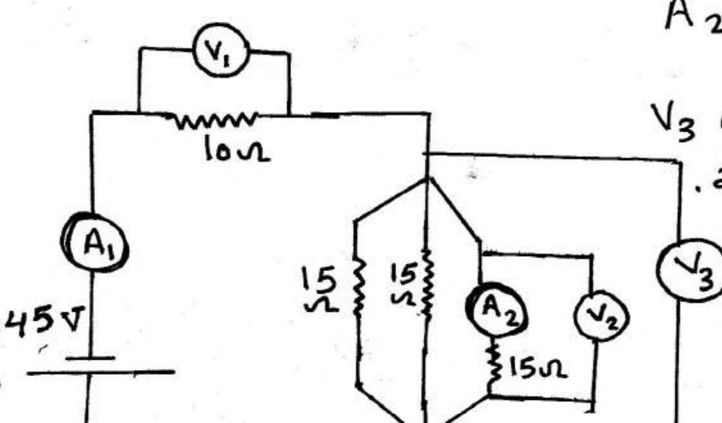
$\therefore \frac{P_{W\,\text{توالى}}}{P_{W\,\text{توازى}}} = \frac{V^2}{3R} \times \frac{R}{3V^2} = \frac{1}{9}$

(11) في الدائرة الموضحة أوجد :-

أ - قراءة الأميترات A_1 ، A_2

ب - قراءة الفولتميترات V_1 ، V_2 ، V_3

جـ - القدرة المستنفذة في كل مقاومة .



$$R' = \frac{15}{3} + 10 = 15\ \Omega$$

$$\therefore I_1 = \frac{V_B}{R'} = \frac{45}{15} = 3\ A$$ قراءة الأميتر A_1

$$V_1 = IR = 3 \times 10 = 30\ \text{Volt}$$

قراءة A_2 $= \frac{I_1}{3} = \frac{3}{3} = 1\ A$

$$V_2 = IR = 1 \times 15 = 15\ \text{Volt}$$

$$V_3 = I\, R_{\text{توازى}} = 3 \times 5 = 15\ V$$

* نلاحظ أن $V_B = V_1 + V_2$ (لعدم وجود مقاومة داخلية r)

*

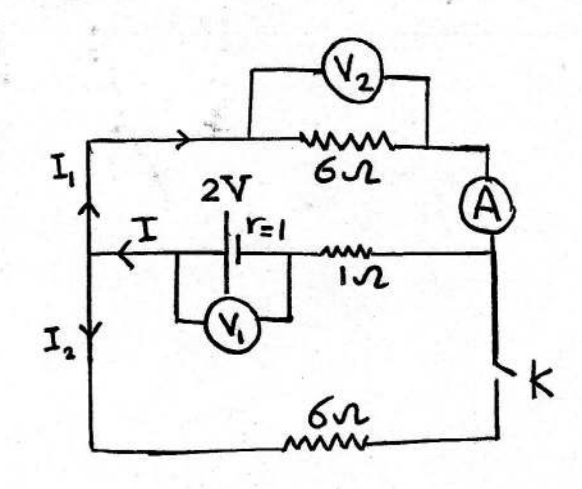
$$P_{w_1} = I^2 R = (3)^2 \times 10 = 90\ \text{watt}.$$

$P_{w_2} = I_{\text{فرع}}^2 R = (1)^2 \times 15 = 15\ \text{watt}$ في كل مقاومة 15Ω

* نلاحظ أن $P_{w\ \text{مصدر}} = IV = 3 \times 45 = 135\ \text{watt}$

مجموع القدرات في المقاومات $P_w' = 90 + (3 \times 15) = 135\ \text{watt}$

∴ القدرة المستمدة من المصدر = القدرة المستنفذة في الدائرة .



في الدائرة الموضحة أوجد قراءة كل من V_1 ، V_2 ، A . عندما يكون :-

أ- المفتاح K مفتوح   ب- المفتاح K مغلق

* أ- المفتاح مفتوح :-

قراءة (A) → $I = \frac{V_B}{R'} = \frac{2}{6+1+1} = 0.25\,A$

قراءة (V_1) → $V_1 = V_B - Ir$

$V_1 = 2 - (0.25 \times 1) = 1.75\,V$

قراءة (V_2) $V_2 = IR = 0.25 \times 6 = 1.5\,V$

ب- المفتاح مغلق :- نجد أن المقاومتان 6Ω ، 6Ω متصلتان على التوازي

$R_{توازي} = \frac{6 \times 6}{6+6} = 3\,\Omega$

$R_{مقاومات خارجية} = 3 + 1 = 4\,\Omega$

قراءة (A) $\therefore I = \frac{V_B}{R'} = \frac{2}{4+1} = 0.4\,A$

* يتجزأ التيار في المقاومتان 6Ω ، 6Ω بالتساوي

(أي يمر في كل مقاومة $\frac{0.4}{2}$ A (0.2A)

$\therefore V_2 = IR = 0.2 \times 6 = 1.2\,V$

أما → $V_1 = V_B - Ir$

$V_1 = 2 - (1 \times 0.4) = 1.6\,V$



(13) عمود كهربى متصل مع مقاومة R فكانت شدة التيار المار فيها هى I وعندما وصلت مقاومة أخرى $\frac{R}{2}$ مع المقاومة الأولى على التوازى زادت شدة التيار إلى الضعف .

احسب المقاومة الداخلية للعمود الكهربى بدلالة R .

$$R_1 = R \qquad I_1 = I$$

$$V_B = I_1(R + r)$$

$$R_2 = \frac{R \times \frac{R}{2}}{R + \frac{R}{2}} = \frac{\frac{R^2}{2}}{\frac{3R}{2}} = \frac{R^2}{3R} = \frac{R}{3}$$

$$\therefore V_B = 2I_1\left(\frac{R}{3} + r\right)$$

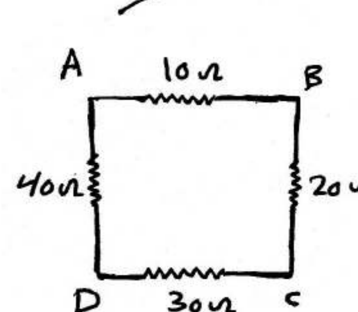
$$I_1(R + r) = 2I_1\left(\frac{R}{3} + r\right)$$

$$R + r = \frac{2R}{3} + 2r$$

$$r = R - \frac{2R}{3} = \frac{3R}{3} - \frac{2R}{3}$$

$$r = \frac{R}{3}$$

سودان 2015



(14) الرسم المقابل يوضح أربع مقاومات متصلة في شكل مربع ABCD

أ- ما النقطتين اللتين يجب توصيل البطارية بهما ليمر تيار متساوي في جميع المقاومات؟

ب- احسب القوة الدافعة الكهربية للبطارية.

(علماً بأن شدة التيار المار في كل مقاومة 0.25A والمقاومة الداخلية $r=1\Omega$)

* أ- النقطتين B ، D.

ب- $R = \frac{50\times 50}{50+50} = 25\Omega$ / $I = 2\times 0.25 = 0.5A$

$\therefore V_B = I(R+r)$

$V_B = 0.5(25+1) = 13V$

(15) في الدائرة الموضحة احسب:

أ- المقاومة الكلية الخارجية للدائرة.

ب- شدة التيار الكلي. ج- فرق الجهد بين b ، c

سودان

$R = \left(\frac{15\times 15}{15+15}\right) + \left(\frac{10\times 10}{10+10}\right) = 7.5+5 = 12.5\Omega$

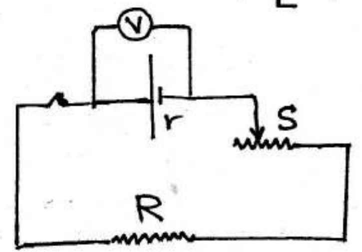
$I = \frac{V_B}{R+r} = \frac{27}{12.5+1} = 2A$

$V_{bc} = IR = 2\times 7.5 = 15V$

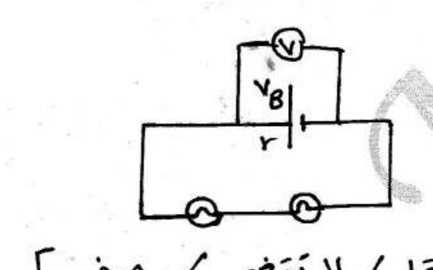
تدريبات متنوعة :

① أكتب الإختيار المناسب لكل عبارة من العبارات الآتية :

١- إذا كانت emf لمصدر كهربى تساوى $8V$ فإن فرق الجهد بين طرفيه فى حالة مرور تيار كهربى فى دائرته ...... $8V$.
[يساوى - أقل من - أكبر من].

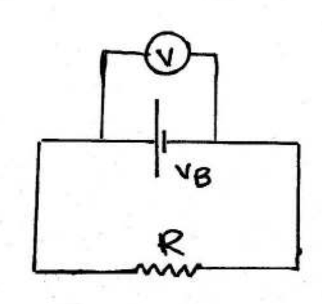


٢- فى الدائرة الكهربية المقابلة :
عند زيادة المقاومة المتغيرة S
فإن قراءة الفولتميتر...... [تزداد / تقل / تظل كما هى / تصل للصفر]



٣- فى الدائرة الموضحة بالشكل:
إذا احترقت فتيلة أحد المصباحين
فإن قراءة الفولتميتر..... [تزداد / تقل / لا تتغير / صفر]

٤- فى الدائرة المقابلة :



إذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية $\frac{1}{4}R$ ،
فإن قراءة الفولتميتر = ...

[$\frac{4}{5}V_B$ / $\frac{1}{5}V_B$ / $\frac{5}{4}V_B$ / $\frac{2}{3}V_B$]

٥- فى الدائرة التى أمامك تكون قراءة الفولتميتر

$(V_B)_2 = 5V$ ، $r_2 = 0.2\Omega$ ، $(V_B)_1 = 2V$ ، $r_1 = 0.3\Omega$ ، 2Ω ، V

[1.64 V / 2 V / 2.36 V / 7.64 V]

② ماذا نعني بقولنا أن :

١- مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة كهربية قدرها 8C بين نقطتين في دائرة كهربية = 64J .

٢- القوة الدافعة الكهربية لعمود كهربي = 1.5 V .

③ علل لما يأتي :

١- تساوي فرق الجهد بين قطبي عمود كهربي مع قوته الدافعة الكهربية في حالة عدم مرور تيار في دائرته .

٢- يزداد فرق الجهد بين قطبي بطارية عند زيادة مقاومة دائرتها .

٣- القوة الدافعة الكهربية لعمود كهربي أكبر من فرق الجهد بين طرفي دائرته الخارجية عند غلق الدائرة .

④ أذكر مع الرسم قانون أوم للدائرة المغلقة . موضحاً العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية لبطارية ، وفرق الجهد بين قطبي البطارية .

⑤ متى يصبح فرق الجهد بين قطبي البطارية في الدائرة الكهربية نهاية عظمى؟

⑥ أكتب العلاقة الرياضية وما يساويه الميل ثم أكتب ما تدل عليه النقطة A

V (v)
A
I (A)

مسائل

١- سلك معدني طوله 30m ومساحة مقطعه $0.3\,cm^2$ والمقاومة النوعية لمادته $5\times10^{-7}\,\Omega.m$ وصل على التوالي مع مقاومة مقدارها $8.5\,\Omega$ وبطارية قوتها الدافعة الكهربية 18 V ومقاومتها الداخلية $1\,\Omega$. احسب شدة التيار المار في الدائرة [1.8 A]

٢- مقاومتان $R_1 = 6\,\Omega$ ، $R_2 = 4\,\Omega$ وصلتا معاً على التوازي بين طرفي مصدر كهربي قوته الدافعة الكهربية 6 V ومقاومته الداخلية $0.1\,\Omega$ احسب :

أ- شدة التيار المار في الدائرة. [2.4 A]

ب- القدرة الكهربية المستمدة من المصدر الكهربي. [14.4 W]

ج- معدل الطاقة الكهربية المستنفذة في R_1 وكذلك في R_2. [5.53 W و 8.29 W]

٣- سلكان متشابهان مصنوعان من نفس المادة طول كلاً منهما 50 cm ومساحة مقطعيهما $2\,mm^2$ وصلا معاً على التوالي في دائرة كهربية مع عمود مقاومته الداخلية $0.5\,\Omega$ فكانت شدة التيار المار في الدائرة 2 A . وعندما وصلا نفس السلكين معاً على التوازي مع نفس العمود الكهربي كانت شدة التيار الكلي المار في الدائرة 6A احسب :- أ- emf للعمود المستخدم [9V]

ب- التوصيلية الكهربية لمادة السلك [$125\times10^{3}\,\Omega^{-1}m^{-1}$]

٤- مر تيار كهربي شدته 8 مللي أمبير في سلك رفيع أ ب ، وعندما وصل معه على التوازي سلك آخر له نفس الطول ومن نفس المادة لزم زيادة شدة التيار المار في الدائرة إلى ١٥ مللي أمبير حتى يظل فرق الجهد بين أ ، ب ثابت . أوجد النسبة بين قطري السلكين .

30Ω 6Ω 5Ω 8Ω 10Ω

٢٠١٤

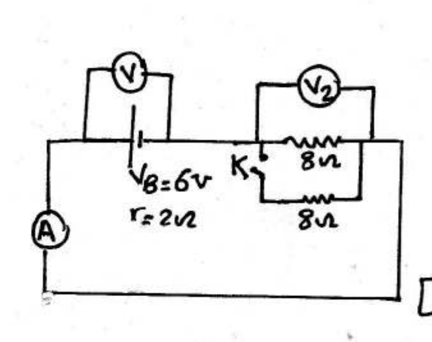
(٥) من الدائرة الموضحة بالرسم، احسب:

أ- المقاومة المكافئة للدائرة الخارجية.

ب- القوة الدافعة الكهربية للمصدر.

علماً بأن (شدة التيار المار في المقاومة 30Ω تساوى 1A و r=2Ω)

[24Ω ، 78V]

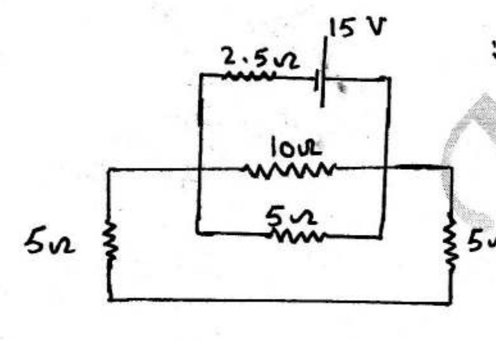


(٦) من الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل

أوجد قراءة كل من A ، V_1 ، V_2 فى الحالتين :

أ- المفتاح K مفتوح ب- المفتاح K مغلق

[0.6A / 4.8V / 4.8V / 1A / 4V / 4V]

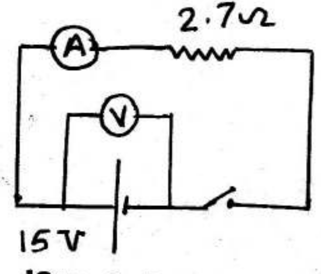


*(٧) فى الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل احسب:

أ- قيمة المقاومة الكلية فى الدائرة.

ب- شدة التيار الكلى المار فى الدائرة.

جـ- فرق الجهد بين النقطتين a ، b



(٨) فى الشكل المقابل. دائرة كهربية تتكون من بطارية 15V

مقاومتها الداخلية 0.3Ω ، تتصل بمقاومة 2.7Ω

احسب قراءة الفولتميتر فى الحالات الآتية:

أ- المفتاح K مفتوح ، بفرض أن مقاومة الفولتميتر لانهائية

ب- المفتاح K مغلق .

[15V ، 13.5V]

(٩) وصلت المقاومات 10Ω ، 20Ω ، 40Ω مع مصدر كهربى . بين بالرسم كيف يمكن

توصيل هذه المقاومات ليمر تيار شدته 0.4A ، 0.5A ، 0.1A فى هذه

المقاومات على الترتيب ثم احسب emf للمصدر بفرض أن r=2Ω

[15V]

*(10) عينت المقاومة الأومية لعدة أسلاك من معدن ما ، طول كل منها 12m ومختلفة في مساحة المقطع فكانت النتائج كالآتي :

مايو ٩٧

$R\ \Omega$	6	7.5	10	15	23	30
$\frac{1}{A} \times 10^{6}\ m^{-2}$	2	2.5	3.3	5	7.7	10

أ- ارسم العلاقة البيانية بين مقاومة السلك R على المحور الرأسى ومقلوب المساحة $\frac{1}{A}$ على المحور الأفقى .

ب- من الرسم أوجد : ١- مقاومة سلك من نفس المادة وله نفس الطول ومساحة مقطعه $0.0025\ cm^2$

٢- المقاومة النوعية لمادة السلك

[$12\ \Omega$ ، $0.25 \times 10^{-6}\ \Omega.m$]

(11) فى تجربة لتعيين مقاومة مجهولة باستخدام قانون أوم لكل من السلكين A ، B أخذت القراءات الآتية :

السلك A

V(V)	0.5	1	1.5	2
I(A)	0.25	0.5	0.75	1

السلك B

V(V)	0.6	0.9	1.2	1.8
I(A)	0.2	0.3	0.4	0.6

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد V على المحور الرأسى ، شدة التيار I على المحور الأفقى لكل من السلكين بنفس مقياس الرسم موضحاً العلاقة الأولى بالحرف A والثانية بالحرف B .

(ب) من الرسم البيانى استنتج أى السلكين يكون أكبر مقاومة ؟ ولماذا ؟

(ج) إذا كان السلكان A ، B من نفس المادة ولهما نفس الطول ولكن تختلف قطراهما ، أذكر أيهما أكبر سمكاً ، ولماذا ؟

* قانونا كيرشوف

أهمية قانونا كيرشوف : تحليل وتبسيط الدوائر الكهربية المعقدة المكونة من عدة فروع. التي يصعب تطبيق قانون أوم عليها لاختلاف شدة التيار المار في كل فرع .

قانون كيرشوف الأول

مجموع التيارات الداخلة عند نقطة في دائرة كهربية مغلقة يساوي مجموع التيارات الخارجة منها .

أو المجموع الجبري للتيارات عند نقطة في دائرة مغلقة يساوي صفر .

* يستخدم القانون الأول لكيرشوف في دوائر التوازي لوجود نقاط تفرع وتوزيع للتيار .
* لا يشحن الموصل أثناء مرور التيار الكهربي فيه . "لأن الشحنات لا يمكن أن تتراكم في نقطة معينة عبر الدائرة بل تتحرك باستمرار خلالها ."

* الصيغة الرياضية لقانون كيرشوف الأول

$$\sum I = 0$$

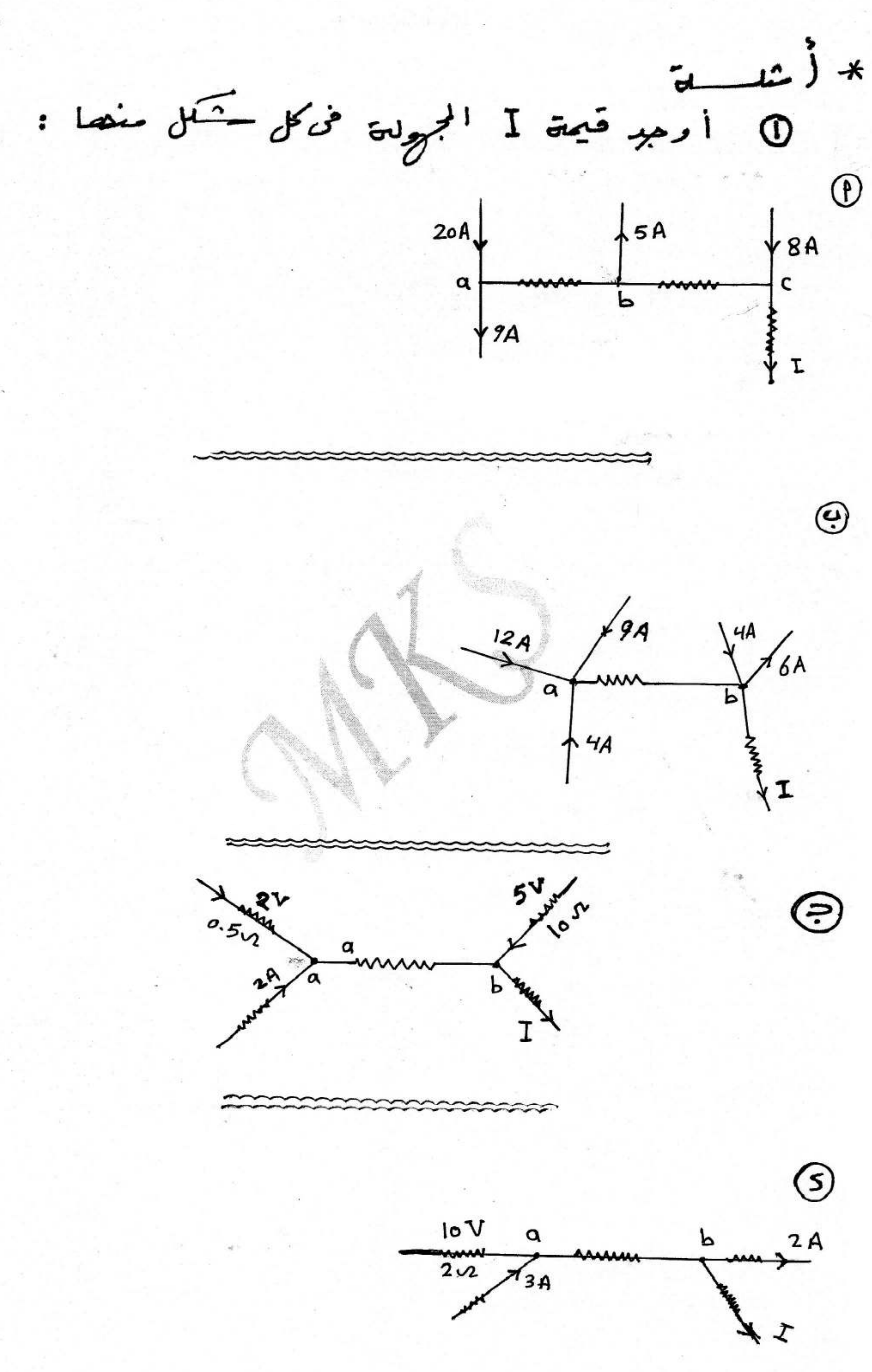
$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

* عند نقطة التفرع [التيار الداخل للنقطة إشارته موجبة + بينما التيار الخارج من النقطة إشارته سالبة −

* أمثلـــة

① أوجد قيمة I المجهولة في كل شكل منها :



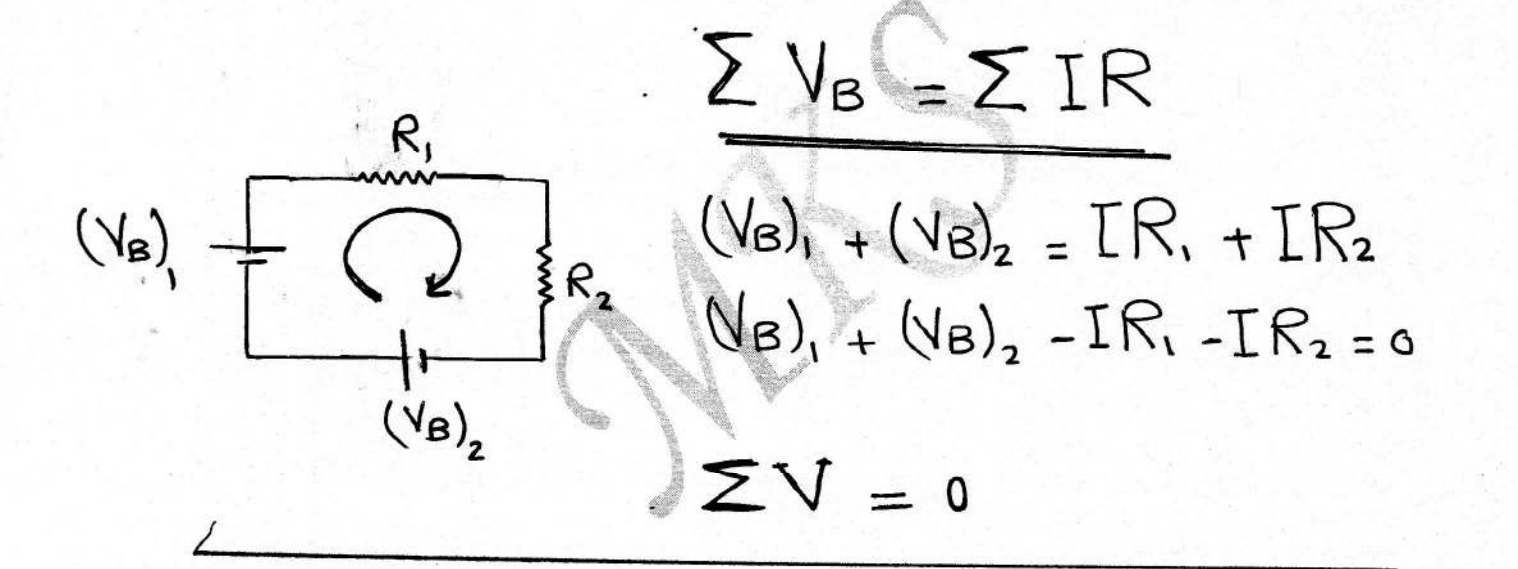
القانون الثاني لكيرشوف

المجموع الجبري للقوى الدافعة الكهربية في دائرة مغلقة يساوي المجموع الجبري لفروق الجهد في الدائرة.



المجموع الجبري لفروق الجهد الكهربية في مسار مغلق يساوي صفر.

* الصيغة الرياضية لقانون كيرشوف الثاني



$$\sum V_B = \sum IR$$

$$(V_B)_1 + (V_B)_2 = IR_1 + IR_2$$

$$(V_B)_1 + (V_B)_2 - IR_1 - IR_2 = 0$$

$$\sum V = 0$$

* يطبق القانون الثاني لكيرشوف على عدة مسارات مغلقة.
* يعتبر القانون الثاني لكيرشوف تطبيقاً لقانون بقاء الطاقة.

* يراعى تطبيق قاعدة الإشارات عند تطبيق قانون كيرشوف الثاني $\sum V_B = \sum IR$ على مسار مغلق. بحيث إذا كان اتجاه المسار الذي فرضناه هو نفس اتجاه التيار المار في مقاومة ما. فإن قيمة فرق الجهد بين طرفي هذه المقاومة يكون موجب (والعكس).

* إذا افترضنا أن المسار من القطب الموجب للسالب خارج المصدر (من السالب للموجب داخل المصدر) فإن قيمة V_B موجبة. والعكس.

① إحسب شدة التيار الكهربى فى كل فرع فى الدائرة الموضحة بالرسم المقابل.

* نفترض إتجاهات التيارات وكذلك المسارات . كما بالشكل الآتى :-

بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة f $\quad$ $I_1 = I_2 + I_3 \rightarrow$ Ⓐ

* فى الجزء abcf بتطبيق قانون كيرشوف الثانى :

$$12 = 1 I_1 + 3 I_1 + 5 I_3 \quad — ①$$

ومن الجزء cdef

$$5 = 5 I_3 - 2 I_2 \quad — ②$$

من المعادله Ⓐ $\boxed{I_2 = I_1 - I_3}$ وبالتعويض فى ②

$$\therefore 5 = 5 I_3 - 2(I_1 - I_3)$$

$$5 = 5 I_3 - 2 I_1 + 2 I_3$$

وتصبح المعادلة ② — $5 = 7 I_3 - 2 I_1$

① — $12 = 5 I_3 + 4 I_1$

بضرب 2X② $\quad 10 = 14 I_3 - 4 I_1$

بالجمع

$$22 = 19 I_3$$

$$I_3 = \frac{22}{19} = \underline{1.16 A}$$

بالتعويض فى ② $\quad 5 = 5(1.16) - 2 I_2 \quad \therefore I_2 = 0.4$

بالتعويض فى ① $\quad I_1 = 0.4 + 1.16 \quad \therefore I_1 = 1.5 A$

b, c, d, a, f, e
I_1, I_3, I_2
V=6 V, V=2 V
2Ω, 3Ω, 5Ω

② في الدائرة الموضحة بالشكل المقابل

احسب:

أ- شدة التيار المار في كل فرع.

ب- فرق الجهد بين النقطتين a، b .

* نفترض الاتجاهات للتيارات و المسارات.

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$\because \quad 6 - 2 = 3I_2 + 2I_1$$

$$4 = 3I_2 + 2I_1 \quad — ①$$

$$2 = 5I_3 - 3I_2$$

$$2 = 5(I_1 - I_2) - 3I_2)$$

$$2 = 5I_1 - 8I_2 \quad — ②$$

بضرب ① × 8 وضرب ② × 3

$$32 = 24I_2 + 16I_1$$

$$6 = -24I_2 + 15I_1$$

$$38 = 31I_1$$ بالجمع

$$\therefore \quad I_1 = 1.22 \text{ A}$$

بالتعويض في ①

$$2 = 5(1.22) - 8I_2$$

$$2 = 6.1 - 8I_2$$

$$\therefore \quad I_2 = \frac{2 - 6.1}{-8} = 0.51 \text{ A}$$

$$I_3 = I_1 - I_2 = 1.22 - 0.51$$

$$I_3 = 0.71 \text{ A}$$

$$V_{ab} = 6 - IR_{2\Omega} = 6 - (1.22 \times 2) = 3.56 \text{ V}$$

③ إحسب شدة التيار في الدائرة الموضحة في الشكل المقابل.

← نفرض اتجاهات التيارات والمسارات

* بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (C) $I_1 + I_3 = I_2$ — ①

* بتطبيق قانون كيرشوف الثاني على المسار abcfa

$$12 - 6 = (1 + 10 + 10)\, I_1 + I_2$$

$$\therefore\ 6 = 21\, I_1 + I_2 \longrightarrow ②$$

وعلى المسار fedcf

$$24 - 6 = (1 + 10 + 10)\, I_3 + I_2$$

$$\therefore\ 18 = 21\, I_3 + I_2 \longrightarrow ③$$

من ① في ③

$$\therefore\ 18 = 21(I_2 - I_1) + I_2$$

$$\therefore\ 18 = 22\, I_2 - 21\, I_1 \longrightarrow ④$$

بجمع ② و ④

$$\therefore\ 24 = 23\, I_2$$

$$\boxed{\therefore\ I_2 = 1.04\,A}$$

بالتعويض في ③

$$\therefore\ 18 = 21\, I_3 + 1.04$$

$$\boxed{\therefore\ I_3 = \frac{17.04}{21} = 0.81\,A}$$

بالتعويض في ①

$$I_1 = I_2 - I_3$$

$$\therefore\ I_1 = 1.04 - 0.81$$

$$\boxed{\therefore\ I_1 = 0.23\,A}$$